

補助事業番号 2018M-135
補助事業名 平成30年度 インテリジェントタイヤ用摩擦帯電センサの開発補助事業
補助事業者名 関西大学システム理工学部 谷弘詞

1 研究の概要

路面との摩擦状態がモニタ可能なインテリジェントタイヤを開発するために、タイヤ内へ組み込み可能な摩擦帯電センサを開発し、その基本特性を確認した。

2 研究の目的と背景

機械システムはメカトロニクス的发展によってセンサ、アクチュエータ、信号処理回路などを組合せた高度な制御システムを有している。しかしながら、これらの機械システムの摩擦摺動部では摩擦力を簡便に測定できないため、メカトロニクスにおける制御対象として組み込まれていないのが現状である。特に自動車や高速電車などの輸送機械において、路面とタイヤの摩擦、タイヤの摩耗状態はモニタされていない。例えば自動車事故の多くは濡れた路面や雪道で発生しており、自動運転社会を目前に控えながらも、このような点で不十分である。

そこで、摩擦帯電に着目した。摩擦帯電により発生する静電気はいろいろな不具合を起し嫌われるが、摩擦帯電を有効に利用すれば摩擦発電やそれを利用したセンサが実現可能と考えられる。申請者は、予備実験でタイヤ内部の表面に電極と帯電フィルムを、その対向面に同じ材質であるゴムを基体として電極と帯電フィルムを積層し、フィルム間の接触帯電によりタイヤと路面の摩擦状態をタイヤの変形を通して検出可能なことを見出した。この方式ならば柔軟性のある構造で可動部もないセンサであること、同時にタイヤ変形を利用した摩擦発電の可能性もあることなどから、自動運転社会へ向けてタイヤのIoT化が容易となると考えられる。

本研究では、自動車のタイヤと路面の摩擦状態、タイヤの摩耗状態を検出可能なインテリジェントタイヤ用の摩擦帯電センサの開発を目的とした。具体的には、(1)タイヤ内圧力、荷重を変化させたときのセンサ接触面の接触面積変化とセンサ出力波形の定量化、(2)耐久性の確認と向上、(3)タイヤ内温度、圧力補正方法の検討を行い、実際のタイヤへ組み込み可能な摩擦帯電センサの開発を行った。

3 研究内容

(1) インテリジェントタイヤ用摩擦帯電センサの開発

(<http://wps.itc.kansai-u.ac.jp/tani/intro/intro02/>)

図1に示すような、トレッドミルを用いたタイヤ走行試験装置を試作した。この装置では、摩擦帯電センサを組み込んだタイヤを走行試験し、センサの信号をホイールに取付けたデータロガーによって記録した。タイヤはトレッドミル上にリニアブッシュを介して荷重

を加え、約2km/h~12km/hの速度で回転させた。摩擦帯電センサの構造とタイヤへの組み込み状態を図2に示す。タイヤは1輪車用のチューブタイヤを用いた。センサはシリコンゴム上に銅テープを貼り付け電極し、その上にポリウレタン(PU)フィルムを接着し上部帯電エレメントとした。タイヤ側の下部帯電エレメントは銅テープ上に四フッ化エチレン・六フッ化プロピレン共重合体(FEP)フィルムを接着した。これらの上下部帯電エレメントをアルミ複合袋へ入れて減圧圧着密封した。

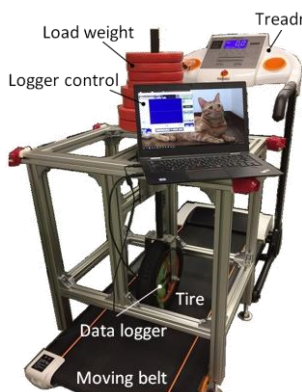


図 1, 試作したタイヤに組み込み評価装置

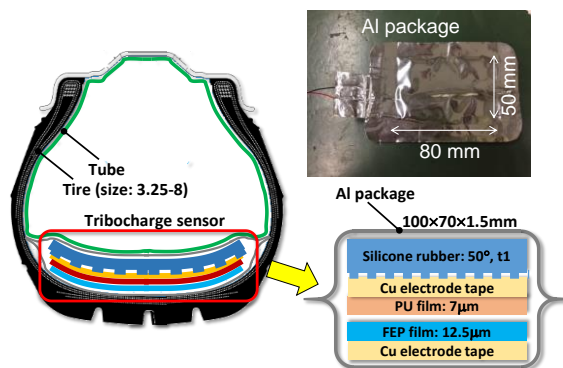


図 2, タイヤ組み込み用摩擦帯電センサの構造

加速度センサからの半径方向(Z軸)と接線方向(X軸)の出力を図3に示す。速度の増加に伴い加速度センサのZ軸方向出力が増加していることが分かる。次に、速度を変化させて摩擦帯電センサ出力を測定した結果を図4に示す。摩擦発電センサの場合、出力電圧は加速度センサとは異なり、正負のパルス出力として出力される。これは、センサ部分が接地面に達した時に負パルス、離れる時に正パルス信号として観察されるからである。摩耗したタイヤと新品のタイヤでセンサ出力を比較すると、摩耗したタイヤではセンサ出力が大きく増加した。また、摩擦係数が低下するとセンサ出力は低下した。

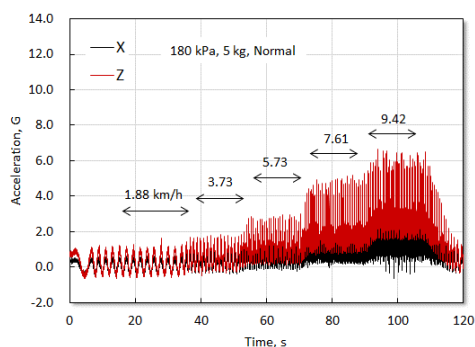


図 3, 加速度センサの出力例

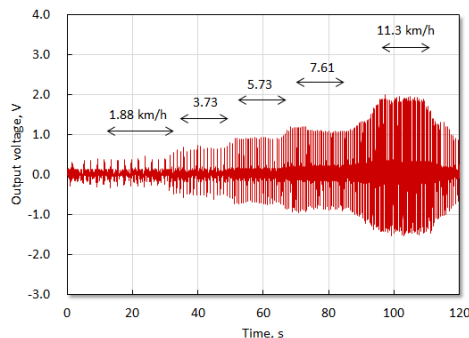


図 4, 摩擦帯電センサの出力例

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

タイヤ内部に路面とタイヤの摩擦状態やタイヤの摩耗状態、空気圧、温度などを検出できるセンサを組み込み、同時にそれらのセンサを駆動できる発電素子および検出データをワイヤレスで発信できる機能を持つインテリジェントタイヤを開発し、自動運転自動車の安全性を格段に向上させることで、完全自動運転の実現に貢献できる。

(別紙 5)

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

摩擦帯電を利用した発電やセンサの研究は日本では少なく、その実用化に至っては世界でもほとんど実例がない。その先鞭をつける研究として本研究は重要なものであり、これを契機に本技術の社会実装を目指したい。また、本技術のタイヤ以外への応用についても研究を進める予定である。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

- (1) 仇 逸晨, 谷 弘詞, 多川 則男, 小金沢 新治, 呂 仁国, 摩擦発電における接触帯電面形状の影響, 日本機械学会関西支部第 94 期定時総会, 草津, 2019, 710.
- (2) 下向直樹, 谷弘詞, 多川則男, 小金沢新治, 呂仁国, 摩擦発電機の帯電フィルム界面における摩耗観察, 日本機械学会関西学生会2018年度学生員卒業研究発表講演会, 2019, 11A14.
- (3) 吉岡駿, 谷弘詞, 多川則男, 小金沢新治, 呂仁国, 摩擦帯電センサ出力に対する湿度の影響, 日本機械学会関西学生会2018年度学生員卒業研究発表講演会, 草津, 3月10日, 2019, 10P13.
- (4) 谷 弘詞, 越智 淳, 呂 仁国, 小金沢 新治, 多川 則男, タイヤに組込んだ摩擦帯電センサの出力, 自動車技術会秋季大会2018予稿集, セッション番号111
- (5) 特願2018-135191, 越智 淳、谷 弘詞, タイヤ組立体

7 補助事業に係る成果物

- (1) 補助事業により作成したもの
なし
- (2) (1) 以外で当事業において作成したもの
なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 関西大学システム理工学部（カンサイダイガクシステムリコウガクブ）
住 所： 〒564-8680
大阪府吹田市山手町3-3-35
担 当 者： コーディネータ 白井 宏政（シライ ヒロマサ）
担 当 部 署： 先端科学技術推進機構（センタンカガクギジュツスイシンキコウ）
E - m a i l： sirai-cd@jm.kansai-u.ac.jp
U R L： <http://wps.itc.kansai-u.ac.jp/tani/>